

平成 29 年度 学内研究助成金 研究報告書

研 究 種 目	<input type="checkbox"/> 奨励研究助成金	<input type="checkbox"/> 研究成果刊行助成金
	<input checked="" type="checkbox"/> 21 世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金)	<input type="checkbox"/> 21 世紀教育開発奨励金 (教育推進研究助成金)
研 究 課 題 名	動植物融合型の食糧・エネルギー生産モデルの開発	
研究者所属・氏名	研究代表者： 農学部水産学科 教授 石橋 泰典 共同研究者： 農学部バイオサイエンス学科 教授 重岡 成 農学部バイオサイエンス学科 教授 田茂井 政宏 農学部水産学科 教授 江口 充	

1. 研究目的・内容

近年、魚介類の閉鎖循環式陸上養殖、微細藻の大量培養、植物工場など、様々な食料、再生エネルギーの工業製品型生産システムが開発されたが、収益性が低く、生産方法の効率化が課題とされている。上記の 3 種生産システムは、いずれも類似した水槽と環境制御が必要であり、融合型生産の開発が可能である。29 年度は、まず、(1)数種高級海産魚の陸上循環型養殖に適した飼育水の適正塩分を調べた。また、(2)対象種の最適な飼育水塩分・水温環境で生育する海藻類のスクリーニングを行った。次に、(3)選択された動植物の融合型循環飼育を試みて飼育成績を調べるとともに、水質の分析を行い、物質循環の様相を調べた。さらに、(4)ユーグレナ培養液にウナギ稚魚の循環ろ過飼育水を加えて、栄養塩としての利用の可能性を検討した。

2. 研究経過及び成果

(1) 数種高級海産魚の陸上循環型養殖に適した飼育水の塩分とその役割

陸上養殖に適応しやすい高級海産魚のカワハギおよびウマヅラハギの稚魚を対象種とし、生産効率が優れる飼育水の塩分を調べた。まず、カワハギ稚魚を用い、通常海水の 34 psu から 10 psu 海水でそれぞれ飼育した結果、10~18 psu 海水で飼育成績の優れることがわかった。次に、カワハギおよびウマヅラハギ稚魚の体浸透圧を測定した結果、両者ともに海水塩分換算で 11~12 psu であることが示唆された。そこで、両者ともに体浸透圧よりわずかに高い 13 psu 海水で飼育すると 34 psu の通常海水よりも飼育成績の著しく優れることがわかった。一方、体浸透圧よりも若干低い 10 psu 海水で稚魚を飼育すると、体内に飼育水の水分が逆流して全魚体水分含量が増加し、成長が優れるものの生残率等の低下する傾向が示唆された。さらに、13 psu 海水で飼育した稚魚の手網によるハンドリング耐性を調べたところ、34 psu の通常海水よりも生残率が有意に増加した。これより、海水型塩類細胞のみを保有するカワハギおよびウマヅラハギの稚魚を陸上循環型飼育する場合に適正な飼育水塩分は、少なくとも体浸透圧を上回る 13 psu 付近であると考えられた。次に、無給餌飼育での体重の変化量を調べると、13 psu 海水で飼育した稚魚の減少量が他の飼育水塩分よりも少なくなり、浸透圧調節のエネルギーが節約されて飼育成績に反映されることが示唆された。

(2) 対象魚類の適切な飼育水塩分・水温環境で生育する海藻類のスクリーニング

低塩分耐性の優れる高級海藻類のクビレズタ、フサイワズタ、スジアオノリを用い、上記の対象魚種で成長の優れる低塩分海水での生残率、生長等を調べた。その結果、スジアオノリの塩分耐性が最も高く、13 psu 海水でも高い生残率および生長を示すことが示唆された。また、スジアオノリの生長は、両種の好適成長を示す 20℃~25℃の範囲でも優れ、融合型生産のモデル海藻として適切であると考えられた。

(3) 動植物の融合型循環飼育の試み

動植物の融合型循環飼育の試みとして、カワハギとスジアオノリとの組合せで、それぞれの融合型生産モデルを検討した。すなわち、全試験区とも同じ飼育設備を用い、スジアオノリのみの単独培養、カワハギのみの単独飼育、スジアオノリとカワハギの融合型生産方式で飼育成績、水

質等の変化をそれぞれ比較した。その結果、融合型生産方式のカワハギ稚魚の飼育成績は、単独飼育のものと同等であるとともに、スジアオノリの生長が単独培養のそれと同等か、わずかに優れる傾向を示した。また、飼育水の 3 態窒素成分等が融合型生産方式で減少する傾向を示し、適切なモデルになる可能性が示唆された。

(4) ユーグレナ培養液としてニホンウナギの閉鎖循環型飼育水を利用する試み

藻類バイオマス資源として注目されているユーグレナの培養時におけるウナギ循環型飼育水(ウナギ育成水)の利用の可能性を検討した。ウナギ育成水のみ、およびビタミン B1 およびビタミン B12 を添加したウナギ育成水でユーグレナを培養した結果、いずれの条件下においてもユーグレナの増殖が認められた。しかし、ユーグレナ培養に用いられる独立栄養培地である Cramer-Myers (CM) 培地での増殖と比較すると、その細胞数は 1/10 以下であった。ウナギ育成水で培養したユーグレナ細胞はクロロフィルが明らかに少なく、窒素源が不足していると考えられることから、ウナギ育成水のみでのユーグレナの効率的な培養は難しいと考えられた。そこで次に、ユーグレナを 100 mL の CM 培地で一週間培養した後に、滅菌水もしくはウナギ育成水を一週間毎に 100 mL 添加して連続培養を行った。この操作を 5 回繰り返して培養した結果、水添加区に比べて、ウナギ育成水添加区では約 1.5 倍の増殖が見られた。この結果より、ウナギ育成水を利用することによって、ユーグレナの生産性を増大させるとともに、廃水を浄化できることが示唆された。

3. 本研究と関連した今後の研究計画

次年度以降は、(1)内水面養殖で生産量 1, 2 位を示すニホンウナギおよびアユの稚魚を対象種とし、数種野菜類等とのアクアポニックスモデルの検討を行う。また、甲殻類等についても実験対象を拡大する予定である。次に、(2)飼育水塩分、生産システム等の異なる循環ろ過水槽における各種細菌叢の違いを調べ、融合型生産方式で浄化効率を高めるための有効な利用方法を検討する。さらに、(3)ユーグレナの利用について、①前年度のウナギ稚魚循環飼育水と比較して、含有窒素量がより多いと予想されるウナギ稚魚のかけ流し式飼育水を利用したユーグレナの培養試験、②淡水性のエビ幼体の餌としてのユーグレナの利用可能性の検討、③海水性ユーグレナの探索と、甲殻類等の餌としての利用可能性の検討をそれぞれ行う。

4. 成果の発表等

発表機関名	種類(著書・雑誌・口頭)	発表年月日(予定を含む)
日本水産学会創立 85 周年 記念国際シンポジウム	学会発表	2017 年 9 月 24 日
平成 29 年度日本水産増殖学会大会	学会発表	2017 年 11 月 18 日
Asian-Pacific Aquaculture 2018	学会発表	2018 年 4 月 18 日